使用说明和产品规范

NI 9213

16 通道热电偶输入模块



本文档主要介绍 NI 9213 的使用方法，及其产品规范和端子分配。关于模块所需软件的详细信息，请访问 ni.com/info，输入信息代码 rdsoftwareversion 查询。欲知系统安装、配置以及编程的相关信息，请参见系统文档。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 cseriesdoc 查询。



注 本文档中的安全守则和产品规范仅适用于 NI 9213。系统中其它组件的安全评级和产品规范可能有所不同。请参考系统中各个组件的说明文档，确定整个系统的安全评级和产品规范。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 cseriesdoc 查询。

安全守则

请遵循 NI 9213 的使用说明。



高温表面 该符号表明组件表面温度较高，触摸该组件可能导致受伤。

危险电压安全守则

模块连接危险电压时，请采取下列防范措施。危险电压是指峰值高于 42.4 V_{pk} 的交流电压或高于 60 VDC 的直流电压。



注意 确保由专业人员执行连接危险电压的操作（需遵循当地电气标准）。



注意 请*勿*将危险电压电路与安全电路放置在同一模块内。



注意 确保人体与设备及连至该模块的电路有效隔离。



注意 模块端子接通危险电压 (>42.4 V_{pk}/60 VDC) 时，应确保人体与设备及连至该模块的电路有效隔离。此时必须使用 NI 9940 连接器后壳套件，*避免*人体与端子意外接触。

图 1 为 NI 9940 连接器后壳示意图。

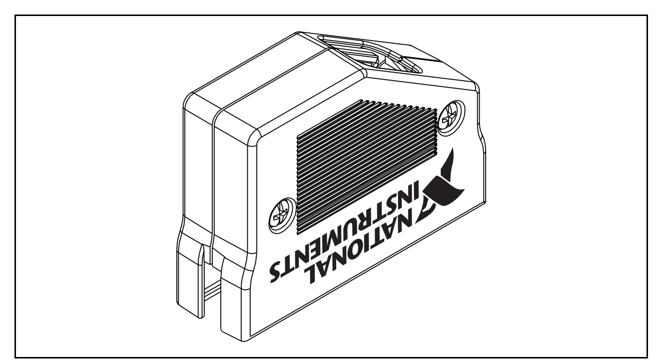


图 1 NI 9940 连接器后壳

危险环境安全守则

NI 9213 适用于危险环境 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, AEx nA IIC T4, Ex nA IIC T4; 以及非危险环境。在可能发生爆炸的环境中安装 NI 9213 时，应遵守下列守则。违反安全守则可能导致人员伤亡。



注意　电源未断开或处于非安全环境时，请勿断开 I/O 连线或连接器。



注意　电源未断开或处于非安全环境时，请勿卸除模块。



注意　替换组件可能影响模块在环境等级为 Class I, Division 2 时的适用性。



注意　对于 Zone 2 环境中的应用，应将系统安装在防护等级不低于 IP 54 （IEC 60529 和 EN 60529）的外壳内。



注意　对于 Zone 2 环境下的应用，连接信号必须在下列范围内：

电容..0.2 µF，最大值

危险环境下的特殊要求 （欧洲）

设备在 DEMKO 认证 No. 07 ATEX 0626664X 中的评定等级为 Ex nA IIC T4 。每个模块均标有 Ⓔx II 3G 并适用于危险环境 Zone 2。环境温度为 −40 °C ≤ Ta ≤ 70 °C 时，如在 Gas Group IIC 危险环境中使用 NI 9213， NI 机箱的防护等级

必须为 Ex nC IIC T4、EEx nC IIC T4，Ex nA IIC T4 或 Ex nL IIC T4 之一。

海事应用中的特殊要求

用于海事应用的模块必须通过劳氏船级社 (LR) 认证。如需了解产品是否已通过 LR 认证，可访问 `ni.com/certification` 查询，或检查模块本身是否带有 LR 认证标记。



注意 为满足海事应用中对射频辐射的要求，应使用屏蔽电缆并将系统置于金属外壳内。模块和控制器的电源输入端必须安装抑制电磁干扰的磁箍。电源输入电缆和模块输出电缆必须位于金属外壳上相对的两侧。

NI 9213 接线

NI 9213 使用 36 端子可拆卸式弹簧端子连接器，可提供 16 个热电偶通道。

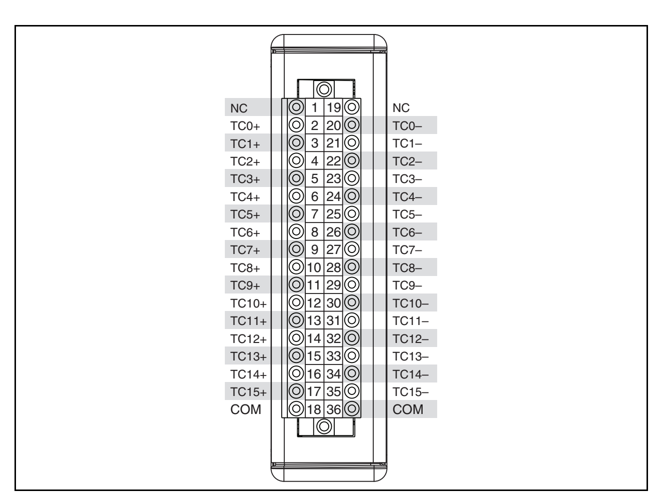


图 2 NI 9213 端子说明

NI 9213 可连接热电偶输入信号。热电偶正极连接 TC+ 端子，热电偶负极连接 TC– 端子。查看热电偶说明文档或热电偶绕线盘可确定其正负极。 NI 9213 还带有两个公用端子 (COM)，它们内部连线至模块的隔离参考地。

使用带屏蔽热电偶时，将 COM 端连接屏蔽端，屏蔽端连接热电偶的共模参考电压。共模参考电压是指热电偶共模电压 ±1.2 V 范围内的电压。使用浮接热电偶或热电偶至地的电势差位于 ±1.2 V 范围内的情况下，请将 COM 端和屏蔽端接地。用户可根据实际应用选择屏蔽端的接线方式。图 3 为典型屏蔽端接线示意图。

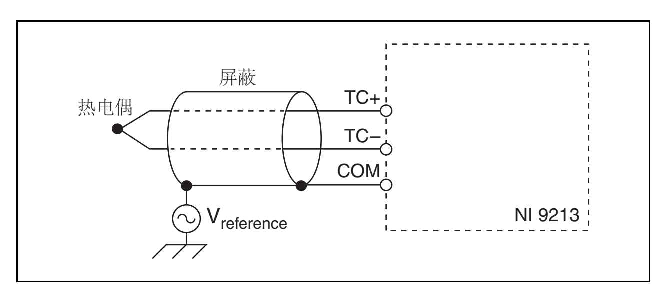


图 3 连接带屏蔽的热电偶输入信号至 NI 9213

NI 9213 连接器的接线方法

通过前端尺寸小于 2.3 × 1.0 mm (0.09 × 0.04 in.) 的平口螺丝刀将导线接至连接器的可拆卸式弹簧端子。先将螺丝刀插入弹簧夹插槽，再将导线插入对应的连接器接线端。最后取出螺丝刀并固定导线。关于弹簧端子连线的详细信息，见*产品规范*。图 4 为 NI 9213 的连线示意图。

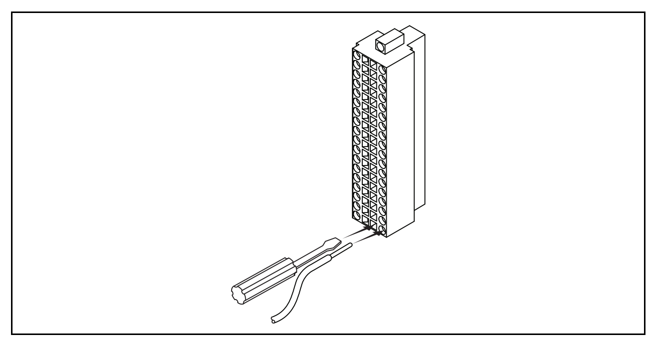


图 4 NI 9213 连接器的接线方法

高频振动应用中的连线

在高频振动应用中使用 NI 9213 时， NI 建议使用 NI 9940 后壳套件保护连线。图 1 为 NI 9940 连接器后壳示意图。

NI 9213 的电路

NI 9213 的每个通道经差分滤波器和多路复用器后，由一个 24 位模数转换器 (ADC) 进行采样。每个通道还带有一个开路热电偶检测 (OTD) 电路，由 TC+ 和 TC– 端子间的电流源组成。通道连接开路热电偶时，电流源将把端子间电压强制为满量程电压值。图 5 为 NI 9213 某一通道的输入电路示意图。

NI 9213 多路复用 16 个热电偶输入通道、 1 个冷端补偿 (CJC) 通道和 1 个自动归零通道至 ADC。每个通道均带有在 TC+ 至 COM 端子以及 TC– 至 COM 端子间产生输入阻抗的电阻。对于多数应用，热电偶源阻抗引起的增益及偏置误差可忽略不计。具有较高导线阻抗的热电偶可引入更多误差。关于源阻抗误差的详细信息，见*产品规范*。

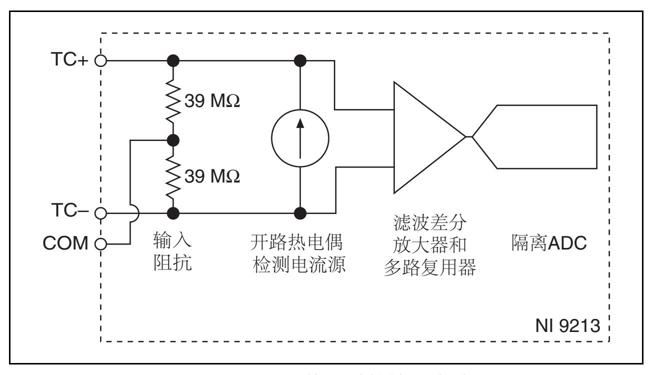


图 5 NI 9213 某通道的输入电路

模块各通道使用同一个公共地 (COM)，该公共地与系统中的其它模块隔离。 NI 9213 的共模电压范围是任意通道至 COM 端的最大电压值。未连接 COM 端的情况下，共模电压是任意通道间的最大电压值。NI 9213 将测量每个通道的共模电压值，信号超出共模电压范围时，在软件中返回警告。关于共模电压范围的详细信息，见*产品规范*。

NI 9213 支持高分辨率和高速定时模式。高分辨率定时模式优化了精度和噪声，并可抑制电源频率。高速定时模式优化了采样率和信号带宽。关于高速和高分辨率定时模式的详细信息，见*产品规范*。关于在软件中设置定时模式和转换时间的详细信息，见软件帮助。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 cseriesdoc 查询。

温度测量精度考虑因素

温度测量误差部分取决于热电偶类型、热电偶精度、待测温度、以及冷端温度。关于不同热电偶类型连接 NI 9213 时的误差，见*产品规范*中的*温度测量精度*。文中误差未包含热电偶本身精度引起的误差。

为实现最佳精度要求，请将通过 NI 9213 端子的温度梯度保持为最小值，并启用自动归零通道。详细信息见*最小化热梯度*和*使用自动归零通道*。

冷端温度测量精度

邻近模块或热源产生的热量可导致 NI 9213 端子温度升高，即端子温度与冷端补偿传感器的温度不同，进而引起热电偶测量误差。端子间的热梯度可导致各通道端子温度差异，这

样，测量结果不仅存在绝对精度误差，也存在通道间的相对精度误差。冷端补偿精度规范的详细信息，见*产品规范*。NI 9213 端子向前或向上的情况下，精度规范中包含模块端子热梯度引起的误差。热电偶精度规范见*产品规范*中的*温度测量精度*。

最小化热梯度

连接器附近的环境温度变化，或热电偶导线产生的热量或冷量直接进入端子节点均可产生热梯度。为实现最佳精度测量，请遵循下列守则，以最小化热梯度：

- 使用图 1 所示的 NI 9940 后壳连接器。
- 使用小直径的热电偶导线。较短的导线与端子节点间的热量传递较少。
- 靠近弹簧端子连接器完成热电偶连线，以保证导线温度相同。
- 避免在过冷或过热物体附近进行热电偶连线。
- 如需连接延长线，请使用与热电偶导线导电材料相同的导线。
- 最小化周边热源及端子周围空气流动。

- 尽可能保持环境温度稳定。
- 确保模块接线端向前或向上。保持模块朝向固定。
- 当系统电源或环境温度发生改变时，需提供热梯度稳定时间。系统上电、从休眠模式中恢复以及插入 / 移除模块时会引起系统电源变化。详细信息见*产品规范*中的预热时间。

使用自动归零通道

NI 9213 内部带有一个自动归零通道，用于补偿偏置误差。NI 9213 产品规范假定每次采样均开启自动归零通道的。用户可在软件中设置关闭自动归零通道。自动归零通道开启的情况下，NI 9213 将从热电偶通道测量结果中扣除自动归零通道的测量值。关于使用自动归零通道的详细信息，见软件帮助。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 cseriesdoc 查询。

休眠模式

模块支持低功耗休眠模式。系统是否支持休眠模式取决于模块所在的机箱。关于系统是否支持休眠模式的详细信息，见机箱文档。关于启用休眠模式的详细信息，见软件帮助文

档。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 cseriesdoc 查询。

通常系统处于休眠模式时无法与其它模块通信。休眠模式下系统功耗较低，散热量也低于正常工作模式。关于功耗和散热的详细信息见*产品规范*。

产品规范

除非另外声明，否则下列规范的适用温度范围均为 –40 ～ 70 °C。

预热时间[1]..15 分钟

输入特性

通道数 ....16 个热电偶通道，
1 个内部归零通道，
1 个内部冷端补偿通道。

ADC 分辨率..24 位

ADC 类型..Delta-sigma

[1] 预热时间假定：模块未处于休眠模式、模块向前或向上，且环境温度稳定。National Instruments 建议充分预热。

采样模式 .... 扫描

电压测量范围 .... ±78.125 mV

温度测量范围 .... 工作温度范围由 NIST 定义（J, K, T, E, N, B, R 和 S 型热电偶）

定时模式

定时模式	**转换时间（单通道）**	**采样率*（全部通道†）**
高分辨率	55 ms	1 S/s
高速	740 µs	75 S/s
* 如未使用全部通道，采样率可能高于上表中的值。 最大采样率 = 1/(*转换时间* × *通道数量*) 或 100 S/s，取两者之中较小者。采样率超出最大允许采样率可导致精度降低。 † 包括自动归零和冷端补偿通道。		

共模电压范围

通道－ COM..................................±1.2 V，最小值

COM －地.......................................±250 V

共模抑制比

高分辨率模式（直流和 50 ～ 60 Hz）

通道－ COM...........................100 dB

COM －地................................>170 dB

高速模式（0 ～ 60 Hz）

通道－ COM...........................70 dB

COM －地................................>150 dB

输入带宽

高分辨率模式.................................14.4 Hz

高速模式..78 Hz

高分辨率噪声抑制
（50 和 60 Hz）.......................................60 dB

过压保护.. 任意 2 个输入端， ±30 V

差分输入阻抗...78 MΩ

输入电流..50 nA

输入噪声

高分辨率模式 .... 200 nV_{rms}

高速模式 .... 7 μV_{rms}

增益误差

高分辨率模式 .... 0.03% 典型值， 25 °C; 0.07% 典型值， −40 ～ 70 °C; 0.15% 最大值， −40 ～ 70 °C

高速模式 .... 0.04% 典型值， 25 °C; 0.08% 典型值， −40 ～ 70 °C; 0.16% 最大值， −40 ～ 70 °C

偏置误差

高分辨率模式 .... 4 µV 典型值，6 µV 最大值

高速模式 .... 14 µV 典型值， 17 µV 最大值

源阻抗的
偏置误差.. 源阻抗 >50 Ω 时，增量为 0.05 μV/Ω

冷端节点补偿精度

0 ～ 70 °C......................................0.8 °C 典型值；1.7 °C 最大值

−40 ～ 70 °C..................................1.1 °C 典型值；2.1 °C 最大值

MTBF...25 °C 时， 852,407 小时；Bellcore Issue 2, Method 1, Case 3, Limited Part Stress Method



注 如需获得其它温度环境下的 Bellcore MTBF 或 MIL-HDBK-217F 规范，请联系 NI。

温度测量精度

测量敏感度[1]

高分辨率模式

J, K, T, E 和 N 型......................<0.02 °C

B, R 和 S 型..............................<0.15 °C

高速模式

J, K, T 和 E 型..........................<0.25 °C

N 型...<0.35 °C

B 型..<1.2 °C

R 和 S 型...................................<2.8 °C

图 6, 7, 8, 9 和 10 为热电偶连至 NI 9213 时的误差示意图，自动归零通道均开启。图中显示了全温度范围内的最大误差值以及室温情况下的典型误差值。图中包含了增益误差、偏置误差、差分和整数非线性、量化误差、噪声误差、50 Ω 导线阻抗以及冷端节点补偿误差。图中未涉及热电偶本身的精度误差。

[1] 测量敏感度是指传感器能够检测到的最小温度变化。它是噪声的函数。该值是假定使用标准热电偶传感器的全测量量程，符合 ASTM E230-87。

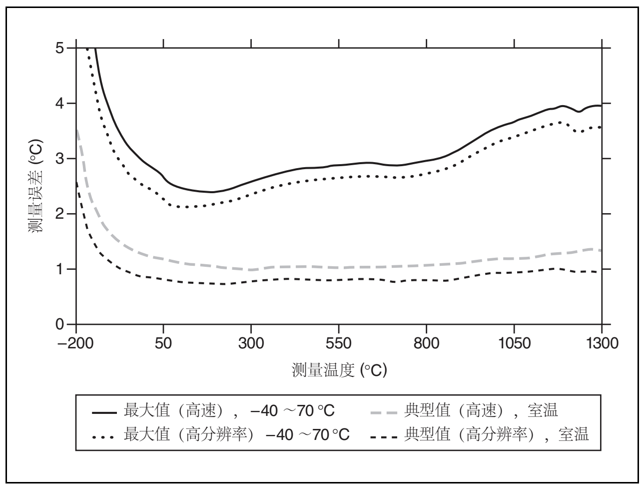


图 6 J 型和 N 型热电偶型误差

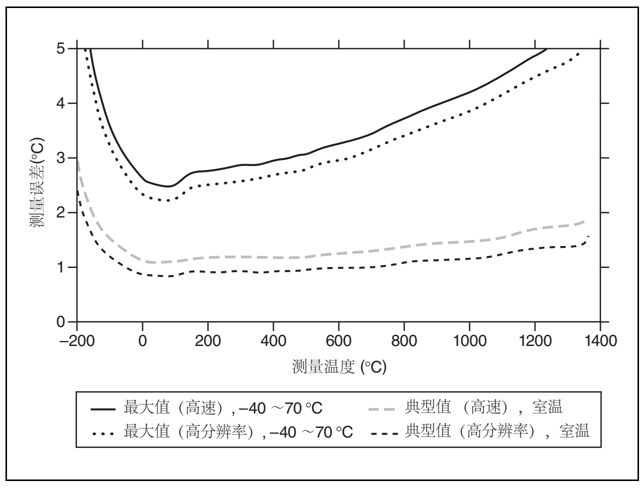

5
4
3
2
1
0
–200
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
测量误差(°C)
测量温度 (°C)
最大值（高速）, –40 ～70 °C
最大值（高分辨率）, –40 ～70 °C
典型值 （高速），室温
典型值（高分辨率），室温

图 7 K 型热电偶误差

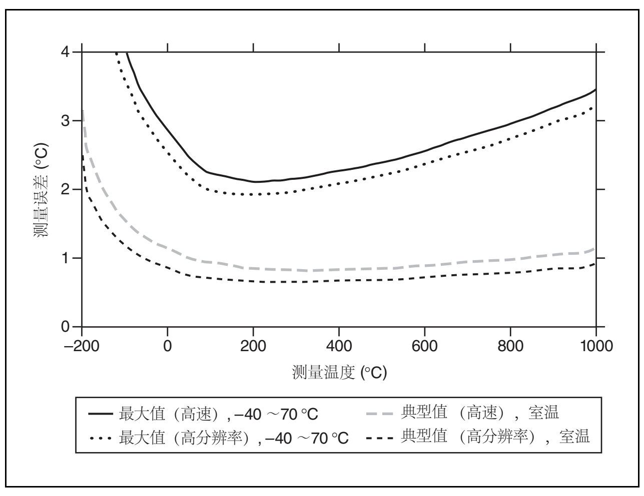


图 8 T 型和 E 型热电偶误差

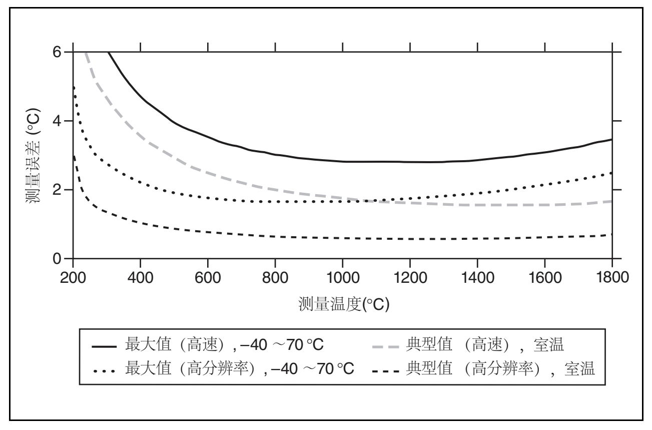

6
4
2
0
测量误差 (°C)
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
测量温度(°C)
最大值（高速）, –40 ～70 °C
典型值 （高速），室温
最大值（高分辨率）, –40 ～70 °C
典型值 （高分辨率），室温

图 9 B 型热电偶误差

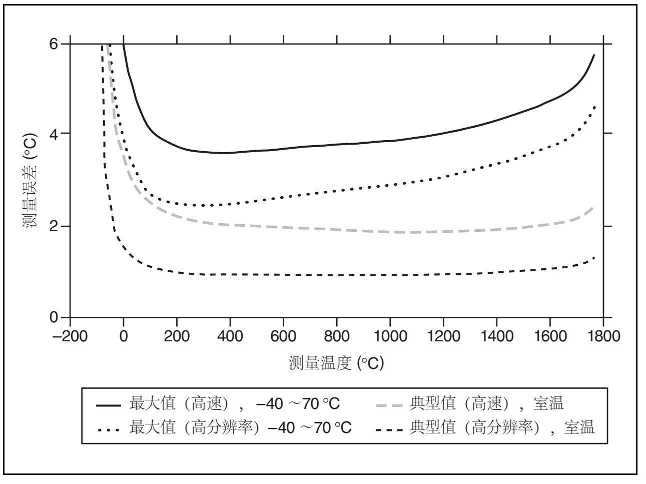


图 10 R 型和 S 型热电偶误差

电源要求

机箱功耗

工作模式..490 mW，最大值

休眠模式..25 μW，最大值

散热 (70 °C)

工作模式..840 mW，最大值

休眠模式..710 mW，最大值

物理特性

请使用干毛巾清洁模块。



注 关于 C 系列模块和连接器的 2 维图及 3D 模型，请登录 `ni.com/dimensions`，通过相应模块编号查看。

弹簧端子连线.................................18 至 28 AWG 铜导线，剥去末端 7 mm (0.28 in.) 的绝缘层

重量..159 g (5.6 oz)

安全性

安全电压

仅连接规定范围之内的电压。

任意端子间..±30 V，最大值

隔离

通道－通道...................................... 无

通道－地

连续性.......................................250 V_{rms}, Measurement Category II

耐压性.......................................2300 V_{rms}，经 5 秒介电耐压测试

Measurement Category II 适用于在与配电系统直接相连的电路上进行的测量。该类别需参见当地配电标准（例如，标准壁装插座电源在美国为 115 V，在欧洲为 230 V）。



注意 在 Measurement Categories III 和 IV 中，请勿使用 NI 9213 连接信号或进行测量。

危险环境

美国 (UL)	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, AEx nA IIC T4
加拿大 (C-UL)	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, Ex nA IIC T4
欧洲 (DEMKO)	Ex nA IIC T4

安全标准

产品设计符合以下测量、控制和实验室用途的电气设备安全标准。

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1



注 关于 UL 和其它安全认证信息，请查阅产品标签或*在线产品认证*。

电磁兼容性

产品设计符合以下测量、控制和实验室用途的 EMC 标准。

- EN 61326 (IEC 61326): Class A 放射标准；工业抗扰度标准
- EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A 放射标准
- AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A 放射标准
- FCC 47 CFR Part 15B: Class A 放射标准
- ICES-001: Class A 放射标准



注 用于评估产品 EMC 的标准，见*在线产品认证*。



注 依据 EMC 规范，设备应使用双屏蔽电缆。

CE 规范 CE

产品已达到现行欧盟产品规范的基本要求，如下所示：

- 2006/95/EC；低电压规范 （安全性）
- 2004/108/EC；电磁兼容标准 (EMC)

在线产品认证

关于合规信息 (DoC)，见产品的合规声明。如需获取本产品合规声明，请访问 ni.com/certification，通过模块编号或产品类型搜索，并在 " 认证 " 栏中查看相应链接。

冲击和振动

要达到下列要求，必须将系统固定至面板并使用 NI 9940 后壳套件保护连线。

运行环境振动

随机 (IEC 60068-2-64)..................5 g_{rms}, 10 ～ 500 Hz

正弦 (IEC 60068-2-6)....................5 g, 10 ～ 500 Hz

运行环境冲击 (IEC 60068-2-27)......30 g, 11 ms 半正弦 ,
50 g, 3 ms 半正弦 ,
18 次冲击， 6 个方向

环境

通常 NI C 系列模块只适用于室内，室外使用时请为其配置合适的外壳。关于具体要求，见所用机箱的文档。

运行环境温度
(IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2) ....−40 ～ 70 °C

存储温度
(IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2) ....−40 ～ 85 °C

防护等级..IP 40

运行环境湿度
(IEC 60068-2-56) ....10% ～ 90% RH，无凝结

存储湿度
(IEC 60068-2-56) ....5% ～ 95% RH，无凝结

最高海拔..2000 m

污染等级..2

环境保护

NI 始终致力于设计和制造有助于环境保护的产品。NI 认为减少产品中的有害物质不仅有益于环境，也有益于客户。

关于环境保护的详细信息，请登录 `ni.com/environment`，查看 *NI and the Environment* 页面。该页包含 NI 遵守的环境准则和规范，以及本文档未涉及的其它环境信息。

电子电器设备废弃物 (WEEE)



欧盟用户 所有超过生命周期的产品都*必须*送到 WEEE 回收中心。关于 WEEE 回收中心及 NI 的 WEEE 行动，请访问 `ni.com/environment/weee`。

电子信息产品污染控制管理办法 （中国 RoHS）



中国客户 National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS)。关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息，请登录 `ni.com/environment/rohs_china`。(For information about China RoHS compliance, go to `ni.com/environment/rohs_china`.)

校准

访问 ni.com/calibration 可获取与 NI 9213 校准服务相关的校准认证和信息。

校准周期..1 年

技术支持

NI 网站可提供全面的技术支持资源。访问 ni.com/support，您可获取疑难解答、应用程序开发自助资源，以及来自 NI 应用工程师的电话或电子邮件帮助。

NI 总部地址：11500 North Mopac Expressway, Austin, Texas, 78759-3504。 NI 在全球设立的分支机构也将为您提供技术支持。在美国，可访问 ni.com/support 提交服务请求并按要求进行操作，或拨打电话 512 795 8248 获取技术支持。在其它国家或地区，可联系当地办事处获取技术支持：

澳大利亚 1800 300 800, 奥地利 43 662 457990-0,
巴西 55 11 3262 3599, 比利时 32 (0) 2 757 0020,
波兰 48 22 328 90 10, 丹麦 45 45 76 26 00,
德国 49 89 7413130, 俄罗斯 7 495 783 6851,
法国 01 57 66 24 24, 芬兰 358 (0) 9 725 72511,

韩国 82 02 3451 3400, 荷兰 31 (0) 348 433 466,
加拿大 800 433 3488, 捷克共和国 420 224 235 774,
黎巴嫩 961 (0) 1 33 28 28, 马来西亚 1800 887710,
墨西哥 01 800 010 0793, 南非 27 0 11 805 8197,
挪威 47 (0) 66 90 76 60, 葡萄牙 351 210 311 210,
日本 0120-527196, 瑞典 46 (0) 8 587 895 00,
瑞士 41 56 2005151, 斯洛文尼亚 386 3 425 42 00,
泰国 662 278 6777, 台湾 886 02 2377 2222,
土耳其 90 212 279 3031, 西班牙 34 91 640 0085,
新加坡 1800 226 5886, 新西兰 0800 553 322,
以色列 972 3 6393737, 意大利 39 02 41309277,
印度 91 80 41190000, 英国 44 0 1635 523545,
中国 86 21 5050 9800

374916A-0118 2009 年 8 月